

PERANCANGAN TEMPERATURE CONTROL SYSTEM PADA
INTERNAL FLOW FLUIDA VISCOUS
(STUDI KASUS DI PERUSAHAAN KECAP DAN SAUS
PT. LOMBOK GANDARIA)

Skripsi

Sebagai Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

PRITA PERMATASARI

I 0306053

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SEBELAS MARET

SURAKARTA

2010

BAB I

PENDAHULUAN

Bagian pendahuluan menjelaskan tentang kondisi-kondisi yang melatarbelakangi proses penelitian. Hal-hal tersebut kemudian dirumuskan menjadi masalah dan tujuan dari pelaksanaan penelitian, yang diharapkan akan memberi manfaat dan dampak bagi perkembangan dunia industri.

1.1 LATAR BELAKANG

Pemakaian dan penerapan fasilitas produksi secara lebih baik, penerapan metode kerja yang lebih efektif dan efisien, dan atau penggunaan bahan baku yang lebih ekonomis merupakan beberapa faktor teknis penting yang menentukan produktivitas kerja dalam perusahaan (Wignjosoebroto S., 1995). Pada kasus internal flow (aliran fluida dalam pipa), indeks produktivitas dapat menurun karena adanya hambatan aliran fluida. Walaupun seluruh fasilitas produksi masih beroperasi dengan baik, namun hambatan aliran tersebut dapat berpengaruh pada laju penurunan produksi yang tiba-tiba (Priyandoyo et al., 2007).

Hambatan produktivitas pada internal flow ditemui dalam transportasi fluida viscous (kental), salah satu contohnya di industri pengolahan minyak bumi. Temperatur permukaan yang rendah mempengaruhi performa aliran pada sistem pipa transportasi minyak berat. Hal ini disebabkan karena penurunan temperatur dapat meningkatkan viskositas, sehingga minyak sulit untuk mengalir (Farhan, 2009). Hal yang sama terjadi di PT. Lombok Gandaria, salah satu perusahaan

penghasil kecap dan saus di kota Solo. Pada lintasan produksi kecap, perusahaan ini mengalami hambatan distribusi kecap di dalam pipa-pipanya.

Viskositas zat cair cenderung menurun seiring dengan kenaikan temperatur, hal ini disebabkan oleh gaya kohesi pada zat cair yang bila temperaturnya dinaikkan mengalami penurunan, sehingga menyebabkan turunnya nilai viskositas dari zat cair tersebut. Dengan kata lain pada temperatur yang semakin rendah maka viskositas semakin tinggi, begitu juga sebaliknya (Budianto, 2008). Kondisi produksi pada PT. Lombok Gandaria menggambarkan, ketika temperatur keluaran kecap berada dibawah 33°C maka hasil produksi kecap I-2 cenderung menurun dan tidak memenuhi target. Kendala dalam sistem internal flow ini berdampak akhir pada penurunan tingkat produktivitas kecap filler.

Kondisi aliran kecap yang tidak lancar banyak dipengaruhi oleh rendahnya temperatur. Penurunan temperatur ini dapat dipengaruhi oleh temperatur lingkungan dan atau panjangnya sistem perpipaan yang digunakan. Panjang pipa merupakan salah satu parameter yang menyebabkan kehilangan energi sehingga menyebabkan penurunan temperatur pada fluida (Sutrisno, 2005). Selain itu, panjangnya pipa juga berpengaruh terhadap gaya gesek fluida. Kekentalan atau viskositas sendiri dapat dianggap sebagai gesekan dari bagian dalam suatu fluida. Adanya viskositas menimbulkan kebutuhan terhadap gaya untuk menggerakkan salah satu fluida di atas lapisan lainnya, atau supaya satu permukaan dapat meluncur di atas lainnya (Brady E.J., 1999). Jika temperatur pada aliran fluida dalam pipa dapat dikendalikan, maka diharapkan bahwa kelancaran aliran kecap dan produktivitasnya juga dapat dioptimalkan.

Sebelum penelitian ini dilaksanakan, dilakukan tahap identifikasi permasalahan di PT. Lombok Gandaria dengan metode Toyota Business

Practices. Hasilnya menjelaskan bahwa hambatan produktivitas kecap terbesar terjadi pada pipa suplai menuju ke alat pengisian kecap ke dalam botol (mesin filler), dimana sistem pengaliran kecap yang cukup panjang ($\pm 7,8$ m) berpengaruh pada penurunan temperatur outputnya. Range temperatur optimal dalam proses packing kecap berada pada temperatur 33°C - 34°C (PT. Lombok Gandaria, 2010). Pada temperatur dibawah 33°C , kecap mengental dan menyebabkan terhambatnya aliran di dalam pipa, pada kondisi ini proses pengisian kecap ke botol membutuhkan waktu yang lebih lama. Di lain pihak, jika temperaturnya terlalu tinggi (lebih dari 34°C), produk kecap yang dihasilkan memenuhi kriteria produk cacat (terdapat gelembung permanen pada kecap), sehingga tidak dapat dipasarkan ke luar.

Berbagai penyelesaian dikembangkan para peneliti lainnya untuk memperlancar internal flow fluida viscous. Pada kasus transportasi minyak berat contohnya, penyelesaian diterapkan dengan penggunaan heater dan pipa insulator yang keduanya sama-sama berfungsi mempertahankan temperatur fluida di dalam pipa transportasi (Farhan, 2008). Hingga proses penelitian ini berlangsung, pihak I-3 PT. Lombok Gandaria sendiri belum memiliki suatu sistem yang dapat menjaga kestabilan temperatur aliran kecapnya. Padahal, terkait dengan aspek produktivitas kecap, sistem ini penting dan diperlukan.

Didasarkan hal di atas, penelitian ini dilaksanakan untuk membuat rancangan sistem dalam mencapai kondisi temperatur optimal, berdasarkan karakteristik dari sistem aliran kecap yang ada pada PT. Lombok Gandaria. Adanya rancangan temperature control system diharapkan dapat menjaga kestabilan temperatur kecap sehingga aliran dalam pipa lancar dengan tetap menjaga kualitas produk kecap itu sendiri. Diharapkan, kelancaran aliran dan

peningkatan produktivitas produksi kecap memiliki efek yang signifikan terhadap pemenuhan demand dan penguasaan pasar lokal di samping peluang pasar non domestik.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dirumuskan pokok permasalahan dari penelitian ini adalah "bagaimana merancang temperature control system pada internal flow fluida viscous, dalam penelitian ini diterapkan pada pipa suplai menuju mesin filler kecap sehingga dapat memperlancar aliran kecap di PT. Lombok Gandaria".

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan yang dicapai dari penelitian ini yaitu menghasilkan prototipe temperature control system pada internal flow fluida viscous sesuai kondisi sistem produksi kecap filler di PT. Lombok Gandaria. Tujuan tersebut diperjelas dengan tujuan-tujuan khusus sebagai berikut:

1. Menentukan karakteristik aliran fluida viscous di sepanjang pipa aliran menuju mesin filler PT. Lombok Gandaria.
2. Menentukan spesifikasi rancangan temperatur control system pada internal flow fluida viscous yang sesuai kondisi sistem produksi kecap filler di PT. Lombok Gandaria.
3. Menghasilkan prototipe temperature control system.

1.4 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu menghasilkan prototipe temperature control system untuk fluida viscous.

1.5 BATASAN MASALAH

Agar penelitian ini memiliki lingkup yang jelas dan fokus maka diperlukan adanya pembatasan masalah, sebagai berikut:

1. Observasi distribusi temperatur dilakukan pada lintasan produksi pengisian dan pengemasan kecap botol filler 625 ml pada pipa P1, dan dilaksanakan pada pukul 07.00-16.00 WIB sesuai dengan jadwal produksi.
2. Pipa yang digunakan untuk mengalirkan kecap menuju mesin filler merupakan pipa besi galvanis dengan diameter luar 60 mm, panjang 1600 mm, dan tebal 2,5 mm.
3. Larutan carboxymethyl cellulose (CMC) yang digunakan sebagai zat pengganti dalam pengujian rancangan temperature control system memiliki karakteristik yang mirip dengan kecap.

1.6 ASUMSI

Asumsi yang digunakan dalam penelitian, sebagai berikut:

1. Temperatur input kecap bersifat merata pada setiap titik masukan.
2. Pada saat observasi untuk mengetahui karakteristik temperatur, sistem produksi telah mengalami kondisi kerja yang stabil sehingga temperatur kecap di dalam pipa dapat diestimasi dari temperatur permukaan luar pipa.
3. Kondisi aliran kecap paling optimal terjadi pada temperatur 34°C, dimana pada kondisi tersebut aliran kecap lancar dan tidak terdapat gelembung pada output kecap.

4. Penelitian yang dilakukan tidak mempertimbangkan perbedaan karakteristik pada jenis atau merk kecap yang diproduksi.
5. Sampel distribusi temperatur yang diambil mewakili penyebaran temperatur kecap di sepanjang aliran pipa.

I-5

1.7 SISTEMATIKA PENULISAN

Penulisan penelitian dalam laporan tugas akhir ini mengikuti uraian yang diberikan pada setiap bab yang berurutan untuk mempermudah pembahasannya.

Pokok masalah dibagi menjadi enam bab yang dijelaskan di bawah ini.

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisikan pendahuluan yang meliputi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka berisi mengenai landasan teori yang mendukung dan terkait langsung dengan penelitian yang akan dilakukan dari buku, jurnal penelitian, dan sumber literatur lain.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada metodologi penelitian diuraikan langkah penelitian yang merupakan gambaran kerangka berpikir dalam melakukan penelitian dari awal sampai akhir.

BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab IV berisi tentang data-data atau informasi yang diperlukan dalam menganalisis permasalahan yang ada, serta pengolahan data dengan

menggunakan metode yang ditentukan.

BAB V : ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL

Analisis berisi penjelasan dari output yang didapatkan pada tahapan pengumpulan dan pengolahan data, interpretasi hasil merupakan ringkasan singkat dari hasil penelitian.

BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN

Bagian kesimpulan dan saran berisi tentang kesimpulan yang diperoleh dari pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan serta rekomendasi yang diberikan untuk perbaikan.

I-1

BAB I

PENDAHULUAN

Bagian pendahuluan menjelaskan tentang kondisi-kondisi yang melatarbelakangi proses penelitian. Hal-hal tersebut kemudian dirumuskan menjadi masalah dan tujuan dari pelaksanaan penelitian, yang diharapkan akan memberi manfaat dan dampak bagi perkembangan dunia industri.

1.1 LATAR BELAKANG

Pemakaian dan penerapan fasilitas produksi secara lebih baik, penerapan metode kerja yang lebih efektif dan efisien, dan atau penggunaan bahan baku yang lebih ekonomis merupakan beberapa faktor teknis penting yang menentukan produktivitas kerja dalam perusahaan (Wignjosoebroto S., 1995). Pada kasus internal flow (aliran fluida dalam pipa), indeks produktivitas dapat menurun karena adanya hambatan aliran fluida. Walaupun seluruh fasilitas produksi masih

beroperasi dengan baik, namun hambatan aliran tersebut dapat berpengaruh pada laju penurunan produksi yang tiba-tiba (Priyandoyo et al., 2007).

Hambatan produktivitas pada internal flow ditemui dalam transportasi fluida viscous (kental), salah satu contohnya di industri pengolahan minyak bumi. Temperatur permukaan yang rendah mempengaruhi performa aliran pada sistem pipa transportasi minyak berat. Hal ini disebabkan karena penurunan temperatur dapat meningkatkan viskositas, sehingga minyak sulit untuk mengalir (Farhan, 2009). Hal yang sama terjadi di PT. Lombok Gandaria, salah satu perusahaan penghasil kecap dan saus di kota Solo. Pada lintasan produksi kecap, perusahaan ini mengalami hambatan distribusi kecap di dalam pipa-pipanya.

Viskositas zat cair cenderung menurun seiring dengan kenaikan temperatur, hal ini disebabkan oleh gaya kohesi pada zat cair yang bila temperaturnya dinaikkan mengalami penurunan, sehingga menyebabkan turunnya nilai viskositas dari zat cair tersebut. Dengan kata lain pada temperatur yang semakin rendah maka viskositas semakin tinggi, begitu juga sebaliknya (Budianto, 2008). Kondisi produksi pada PT. Lombok Gandaria menggambarkan, ketika temperatur keluaran kecap berada dibawah 33°C maka hasil produksi kecap I-2 cenderung menurun dan tidak memenuhi target. Kendala dalam sistem internal flow ini berdampak akhir pada penurunan tingkat produktivitas kecap filler.

Kondisi aliran kecap yang tidak lancar banyak dipengaruhi oleh rendahnya temperatur. Penurunan temperatur ini dapat dipengaruhi oleh temperatur lingkungan dan atau panjangnya sistem perpipaan yang digunakan. Panjang pipa merupakan salah satu parameter yang menyebabkan kehilangan energi sehingga menyebabkan penurunan temperatur pada fluida (Sutrisno, 2005). Selain itu, panjangnya pipa juga berpengaruh terhadap gaya gesek fluida. Kekentalan atau

viskositas sendiri dapat dianggap sebagai gesekan dari bagian dalam suatu fluida. Adanya viskositas menimbulkan kebutuhan terhadap gaya untuk menggerakkan salah satu fluida di atas lapisan lainnya, atau supaya satu permukaan dapat meluncur di atas lainnya (Brady E.J., 1999). Jika temperatur pada aliran fluida dalam pipa dapat dikendalikan, maka diharapkan bahwa kelancaran aliran kecap dan produktivitasnya juga dapat dioptimalkan.

Sebelum penelitian ini dilaksanakan, dilakukan tahap identifikasi permasalahan di PT. Lombok Gandaria dengan metode Toyota Business Practices. Hasilnya menjelaskan bahwa hambatan produktivitas kecap terbesar terjadi pada pipa suplai menuju ke alat pengisian kecap ke dalam botol (mesin filler), dimana sistem pengaliran kecap yang cukup panjang ($\pm 7,8$ m) berpengaruh pada penurunan temperatur outputnya. Range temperatur optimal dalam proses packing kecap berada pada temperatur 33°C - 34°C (PT. Lombok Gandaria, 2010). Pada temperatur dibawah 33°C , kecap mengental dan menyebabkan terhambatnya aliran di dalam pipa, pada kondisi ini proses pengisian kecap ke botol membutuhkan waktu yang lebih lama. Di lain pihak, jika temperaturnya terlalu tinggi (lebih dari 34°C), produk kecap yang dihasilkan memenuhi kriteria produk cacat (terdapat gelembung permanen pada kecap), sehingga tidak dapat dipasarkan ke luar.

Berbagai penyelesaian dikembangkan para peneliti lainnya untuk memperlancar internal flow fluida viscous. Pada kasus transportasi minyak berat contohnya, penyelesaian diterapkan dengan penggunaan heater dan pipa insulator yang keduanya sama-sama berfungsi mempertahankan temperatur fluida di dalam pipa transportasi (Farhan, 2008). Hingga proses penelitian ini berlangsung, pihak I-3 PT. Lombok Gandaria sendiri belum memiliki suatu sistem yang dapat menjaga

kestabilan temperatur aliran kecapnya. Padahal, terkait dengan aspek produktivitas kecap, sistem ini penting dan diperlukan.

Didasarkan hal di atas, penelitian ini dilaksanakan untuk membuat rancangan sistem dalam mencapai kondisi temperatur optimal, berdasarkan karakteristik dari sistem aliran kecap yang ada pada PT. Lombok Gandaria. Adanya rancangan temperature control system diharapkan dapat menjaga kestabilan temperatur kecap sehingga aliran dalam pipa lancar dengan tetap menjaga kualitas produk kecap itu sendiri. Diharapkan, kelancaran aliran dan peningkatan produktivitas produksi kecap memiliki efek yang signifikan terhadap pemenuhan demand dan penguasaan pasar lokal di samping peluang pasar non domestik.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dirumuskan pokok permasalahan dari penelitian ini adalah "bagaimana merancang temperature control system pada internal flow fluida viscous, dalam penelitian ini diterapkan pada pipa suplai menuju mesin filler kecap sehingga dapat memperlancar aliran kecap di PT. Lombok Gandaria".

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan yang dicapai dari penelitian ini yaitu menghasilkan prototipe temperature control system pada internal flow fluida viscous sesuai kondisi sistem produksi kecap filler di PT. Lombok Gandaria. Tujuan tersebut diperjelas dengan tujuan-tujuan khusus sebagai berikut:

1. Menentukan karakteristik aliran fluida viscous di sepanjang pipa aliran

menuju mesin filler PT. Lombok Gandaria.

2. Menentukan spesifikasi rancangan temperatur control system pada internal flow fluida viscous yang sesuai kondisi sistem produksi kecap filler di PT.

Lombok Gandaria.

3. Menghasilkan prototipe temperature control system.

I-4

1.4 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu menghasilkan prototipe temperature control system untuk fluida viscous.

1.5 BATASAN MASALAH

Agar penelitian ini memiliki lingkup yang jelas dan fokus maka diperlukan adanya pembatasan masalah, sebagai berikut:

1. Observasi distribusi temperatur dilakukan pada lintasan produksi pengisian dan pengemasan kecap botol filler 625 ml pada pipa P1, dan dilaksanakan pada pukul 07.00-16.00 WIB sesuai dengan jadwal produksi.
2. Pipa yang digunakan untuk mengalirkan kecap menuju mesin filler merupakan pipa besi galvanis dengan diameter luar 60 mm, panjang 1600 mm, dan tebal 2,5 mm.
3. Larutan carboxymethyl cellulose (CMC) yang digunakan sebagai zat pengganti dalam pengujian rancangan temperature control system memiliki karakteristik yang mirip dengan kecap.

1.6 ASUMSI

Asumsi yang digunakan dalam penelitian, sebagai berikut:

1. Temperatur input kecap bersifat merata pada setiap titik masukan.
2. Pada saat observasi untuk mengetahui karakteristik temperatur, sistem produksi telah mengalami kondisi kerja yang stabil sehingga temperatur kecap di dalam pipa dapat diestimasi dari temperatur permukaan luar pipa.
3. Kondisi aliran kecap paling optimal terjadi pada temperatur 34°C, dimana pada kondisi tersebut aliran kecap lancar dan tidak terdapat gelembung pada output kecap.
4. Penelitian yang dilakukan tidak mempertimbangkan perbedaan karakteristik pada jenis atau merk kecap yang diproduksi.
5. Sampel distribusi temperatur yang diambil mewakili penyebaran temperatur kecap di sepanjang aliran pipa.

I-5

1.7 SISTEMATIKA PENULISAN

Penulisan penelitian dalam laporan tugas akhir ini mengikuti uraian yang diberikan pada setiap bab yang berurutan untuk mempermudah pembahasannya.

Pokok masalah dibagi menjadi enam bab yang dijelaskan di bawah ini.

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisikan pendahuluan yang meliputi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka berisi mengenai landasan teori yang mendukung dan terkait langsung dengan penelitian yang akan dilakukan dari buku,

jurnal penelitian, dan sumber literatur lain.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada metodologi penelitian diuraikan langkah penelitian yang merupakan gambaran kerangka berpikir dalam melakukan penelitian dari awal sampai akhir.

BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab IV berisi tentang data-data atau informasi yang diperlukan dalam menganalisis permasalahan yang ada, serta pengolahan data dengan menggunakan metode yang ditentukan.

BAB V : ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL

Analisis berisi penjelasan dari output yang didapatkan pada tahapan pengumpulan dan pengolahan data, interpretasi hasil merupakan ringkasan singkat dari hasil penelitian.

BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN

Bagian kesimpulan dan saran berisi tentang kesimpulan yang diperoleh dari pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan serta rekomendasi yang diberikan untuk perbaikan.

I-1

BAB I

PENDAHULUAN

Bagian pendahuluan menjelaskan tentang kondisi-kondisi yang melatarbelakangi proses penelitian. Hal-hal tersebut kemudian dirumuskan menjadi masalah dan tujuan dari pelaksanaan penelitian, yang diharapkan akan memberi manfaat dan dampak bagi perkembangan dunia industri.

1.1 LATAR BELAKANG

Pemakaian dan penerapan fasilitas produksi secara lebih baik, penerapan metode kerja yang lebih efektif dan efisien, dan atau penggunaan bahan baku yang lebih ekonomis merupakan beberapa faktor teknis penting yang menentukan produktivitas kerja dalam perusahaan (Wignjosoebroto S., 1995). Pada kasus internal flow (aliran fluida dalam pipa), indeks produktivitas dapat menurun karena adanya hambatan aliran fluida. Walaupun seluruh fasilitas produksi masih beroperasi dengan baik, namun hambatan aliran tersebut dapat berpengaruh pada laju penurunan produksi yang tiba-tiba (Priyandoyo et al., 2007).

Hambatan produktivitas pada internal flow ditemui dalam transportasi fluida viscous (kental), salah satu contohnya di industri pengolahan minyak bumi. Temperatur permukaan yang rendah mempengaruhi performa aliran pada sistem pipa transportasi minyak berat. Hal ini disebabkan karena penurunan temperatur dapat meningkatkan viskositas, sehingga minyak sulit untuk mengalir (Farhan, 2009). Hal yang sama terjadi di PT. Lombok Gandaria, salah satu perusahaan penghasil kecap dan saus di kota Solo. Pada lintasan produksi kecap, perusahaan ini mengalami hambatan distribusi kecap di dalam pipa-pipanya.

Viskositas zat cair cenderung menurun seiring dengan kenaikan temperatur, hal ini disebabkan oleh gaya kohesi pada zat cair yang bila temperaturnya dinaikkan mengalami penurunan, sehingga menyebabkan turunnya nilai viskositas dari zat cair tersebut. Dengan kata lain pada temperatur yang semakin rendah maka viskositas semakin tinggi, begitu juga sebaliknya (Budianto, 2008). Kondisi produksi pada PT. Lombok Gandaria menggambarkan, ketika temperatur keluaran kecap berada dibawah 33°C maka hasil produksi kecap I-2

cenderung menurun dan tidak memenuhi target. Kendala dalam sistem internal flow ini berdampak akhir pada penurunan tingkat produktivitas kecap filler.

Kondisi aliran kecap yang tidak lancar banyak dipengaruhi oleh rendahnya temperatur. Penurunan temperatur ini dapat dipengaruhi oleh temperatur lingkungan dan atau panjangnya sistem perpipaan yang digunakan. Panjang pipa merupakan salah satu parameter yang menyebabkan kehilangan energi sehingga menyebabkan penurunan temperatur pada fluida (Sutrisno, 2005). Selain itu, panjangnya pipa juga berpengaruh terhadap gaya gesek fluida. Kekentalan atau viskositas sendiri dapat dianggap sebagai gesekan dari bagian dalam suatu fluida. Adanya viskositas menimbulkan kebutuhan terhadap gaya untuk menggerakkan salah satu fluida di atas lapisan lainnya, atau supaya satu permukaan dapat meluncur di atas lainnya (Brady E.J., 1999). Jika temperatur pada aliran fluida dalam pipa dapat dikendalikan, maka diharapkan bahwa kelancaran aliran kecap dan produktivitasnya juga dapat dioptimalkan.

Sebelum penelitian ini dilaksanakan, dilakukan tahap identifikasi permasalahan di PT. Lombok Gandaria dengan metode Toyota Business Practices. Hasilnya menjelaskan bahwa hambatan produktivitas kecap terbesar terjadi pada pipa suplai menuju ke alat pengisian kecap ke dalam botol (mesin filler), dimana sistem pengaliran kecap yang cukup panjang ($\pm 7,8$ m) berpengaruh pada penurunan temperatur outputnya. Range temperatur optimal dalam proses packing kecap berada pada temperatur 33°C -34°C (PT. Lombok Gandaria, 2010). Pada temperatur dibawah 33°C, kecap mengental dan menyebabkan terhambatnya aliran di dalam pipa, pada kondisi ini proses pengisian kecap ke botol membutuhkan waktu yang lebih lama. Di lain pihak, jika temperaturnya terlalu tinggi (lebih dari 34 °C), produk kecap yang dihasilkan memenuhi kriteria produk

cacat (terdapat gelembung permanen pada kecap), sehingga tidak dapat dipasarkan ke luar.

Berbagai penyelesaian dikembangkan para peneliti lainnya untuk memperlancar internal flow fluida viscous. Pada kasus transportasi minyak berat contohnya, penyelesaian diterapkan dengan penggunaan heater dan pipa insulator yang keduanya sama-sama berfungsi mempertahankan temperatur fluida di dalam pipa transportasi (Farhan, 2008). Hingga proses penelitian ini berlangsung, pihak I-3 PT. Lombok Gandaria sendiri belum memiliki suatu sistem yang dapat menjaga kestabilan temperatur aliran kecapnya. Padahal, terkait dengan aspek produktivitas kecap, sistem ini penting dan diperlukan.

Didasarkan hal di atas, penelitian ini dilaksanakan untuk membuat rancangan sistem dalam mencapai kondisi temperatur optimal, berdasarkan karakteristik dari sistem aliran kecap yang ada pada PT. Lombok Gandaria. Adanya rancangan temperature control system diharapkan dapat menjaga kestabilan temperatur kecap sehingga aliran dalam pipa lancar dengan tetap menjaga kualitas produk kecap itu sendiri. Diharapkan, kelancaran aliran dan peningkatan produktivitas produksi kecap memiliki efek yang signifikan terhadap pemenuhan demand dan penguasaan pasar lokal di samping peluang pasar non domestik.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dirumuskan pokok permasalahan dari penelitian ini adalah "bagaimana merancang temperature control system pada internal flow fluida viscous, dalam penelitian ini diterapkan pada pipa suplai menuju mesin filler kecap sehingga dapat memperlancar aliran

kecap di PT. Lombok Gandaria”.

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan yang dicapai dari penelitian ini yaitu menghasilkan prototipe temperature control system pada internal flow fluida viscous sesuai kondisi sistem produksi kecap filler di PT. Lombok Gandaria. Tujuan tersebut diperjelas dengan

tujuan-tujuan khusus sebagai berikut:

1. Menentukan karakteristik aliran fluida viscous di sepanjang pipa aliran menuju mesin filler PT. Lombok Gandaria.
2. Menentukan spesifikasi rancangan temperatur control system pada internal flow fluida viscous yang sesuai kondisi sistem produksi kecap filler di PT. Lombok Gandaria.
3. Menghasilkan prototipe temperature control system.

I-4

1.4 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu menghasilkan prototipe temperature control system untuk fluida viscous.

1.5 BATASAN MASALAH

Agar penelitian ini memiliki lingkup yang jelas dan fokus maka diperlukan adanya pembatasan masalah, sebagai berikut:

1. Observasi distribusi temperatur dilakukan pada lintasan produksi pengisian dan pengemasan kecap botol filler 625 ml pada pipa P1, dan dilaksanakan pada pukul 07.00-16.00 WIB sesuai dengan jadwal produksi.

2. Pipa yang digunakan untuk mengalirkan kecap menuju mesin filler merupakan pipa besi galvanis dengan diameter luar 60 mm, panjang 1600 mm, dan tebal 2,5 mm.
3. Larutan carboxymethyl cellulose (CMC) yang digunakan sebagai zat pengganti dalam pengujian rancangan temperature control system memiliki karakteristik yang mirip dengan kecap.

1.6 ASUMSI

Asumsi yang digunakan dalam penelitian, sebagai berikut:

1. Temperatur input kecap bersifat merata pada setiap titik masukan.
2. Pada saat observasi untuk mengetahui karakteristik temperatur, sistem produksi telah mengalami kondisi kerja yang stabil sehingga temperatur kecap di dalam pipa dapat diestimasi dari temperatur permukaan luar pipa.
3. Kondisi aliran kecap paling optimal terjadi pada temperatur 34°C, dimana pada kondisi tersebut aliran kecap lancar dan tidak terdapat gelembung pada output kecap.
4. Penelitian yang dilakukan tidak mempertimbangkan perbedaan karakteristik pada jenis atau merk kecap yang diproduksi.
5. Sampel distribusi temperatur yang diambil mewakili penyebaran temperatur kecap di sepanjang aliran pipa.

1.7 SISTEMATIKA PENULISAN

Penulisan penelitian dalam laporan tugas akhir ini mengikuti uraian yang diberikan pada setiap bab yang berurutan untuk mempermudah pembahasannya.

Pokok masalah dibagi menjadi enam bab yang dijelaskan di bawah ini.

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisikan pendahuluan yang meliputi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka berisi mengenai landasan teori yang mendukung dan terkait langsung dengan penelitian yang akan dilakukan dari buku, jurnal penelitian, dan sumber literatur lain.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada metodologi penelitian diuraikan langkah penelitian yang merupakan gambaran kerangka berpikir dalam melakukan penelitian dari awal sampai akhir.

BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab IV berisi tentang data-data atau informasi yang diperlukan dalam menganalisis permasalahan yang ada, serta pengolahan data dengan menggunakan metode yang ditentukan.

BAB V : ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL

Analisis berisi penjelasan dari output yang didapatkan pada tahapan pengumpulan dan pengolahan data, interpretasi hasil merupakan ringkasan singkat dari hasil penelitian.

BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN

Bagian kesimpulan dan saran berisi tentang kesimpulan yang diperoleh dari pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan serta rekomendasi yang diberikan untuk perbaikan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Perancangan temperature control system merupakan usaha-usaha penelitian yang dilakukan untuk membantu memecahkan masalah hambatan internal flow fluida viscous. Ikhtisar hasil penelitian terangkum dalam kesimpulan serta masukan perbaikan untuk penelitian selanjutnya tertuang dalam saran penelitian.

6.1 KESIMPULAN

Hasil penelitian mengenai perancangan temperature control system pada internal flow fluida viscous dapat disimpulkan, sebagai berikut:

1. Rancangan temperature control system mampu meningkatkan temperatur output fluida viscous (dalam hal ini diwakili oleh larutan CMC yang tingkat kekentalannya lebih rendah 0.165 gr/cm.dtk dibandingkan kecap) dari temperatur awal tertentu hingga temperatur 34

°

C.

2. Temperatur CMC dapat mencapai range optimal 33

°

C-34

°

C oleh penggunaan

temperature control system dengan waktu pemanasan awal selama 40 menit.

Pada pengujiannya selama satu jam terjadi pergeseran range temperatur yang meningkat dari 33°C-34°C menjadi 33,5°C-34,5°C di menit ke-44

6.2 SARAN

Saran-saran yang diberikan agar hasil rancangan temperature control system dikembangkan menjadi fasilitas produksi tambahan yang lebih baik, sebagai berikut:

1. Meningkatkan reliability temperature control system, dapat dilakukan dengan pemilihan dan penggunaan komponen yang lebih baik sehingga diperoleh tingkat kehandalan produk yang maksimal.
2. Penggantian elemen pemanas dengan kemampuan memanaskan yang lebih baik serta penambahan sistem pelepasan panas, agar temperature control system lebih responsif dengan overshoot yang minimum.
3. Peletakan sensor dan melakukan setting ulang pada temperatur target (mempersempit range). VI-2
4. Pada penelitian selanjutnya dapat dilakukan pemisahan sistem kerja antara elemen pemanas dan fan, sehingga pengendaliannya dapat dilakukan secara independen. Ini dapat digunakan sebagai masukan untuk pengaplikasian optimal setting pada eksperimen berikutnya. V-1

BAB V

ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL

Pada bab ini, dilakukan interpretasi dan analisis terhadap hasil olahan data

pada bab sebelumnya. Interpretasi merujuk pada proses penafsiran terhadap hasil penelitian, sedangkan analisis yang dilakukan untuk mengetahui perihal penyebab timbulnya suatu hasil tertentu.

5.1 ANALISIS HASIL PENELITIAN

Pada sub bab ini diuraikan mengenai analisis hasil rancangan terhadap pemenuhan kriterianya, analisis hasil rancangan, dan analisis hasil pengujiannya. Pada bagian akhir juga diberikan analisis pengembangan rancangan, agar dapat memberikan gambaran terhadap inovasi lanjutan yang dapat dilakukan.

5.1.1 Analisis Pemenuhan Kriteria

Pada awal perencanaan, pembuatan rancangan dan prorotipe temperature control system memperhatikan kriteria perancangan produk. Analisis terhadap enam kriteria unggul pada hasil rancangan dapat dijelaskan oleh tabel 5.1.

Tabel 5.1 Pemenuhan kriteria hasil rancangan

No	Faktor Kriteria	Pemenuhan	Kriteria	Keterangan
1	Performance	✓	Hasil rancangan dapat meningkatkan temperatur fluida dengan pemanasan merata, walaupun diperlukan pemanasan awal yang cukup lama.	
2	Environment	✓	Penggunaan temperature control system tidak	

mempengaruhi kondisi lingkungan.

3 Manufacturing facilities √ Rancangan temperature control system dibuat

spesifik untuk sistem internal flow fluida

viscous di PT. Lombok Gandaria.

4 Quality and reliability X Penelitian dan pembuatan prototipe

temperature control system digunakan untuk

menguji konsep rancangan dan memang

belum menjangkau aspek ini.

5 Safety √ Terdapat sensor keamanan otomatis pada

bagian dalam rancangan agar temperatur tidak

overheat. Disamping itu rangkaian-rangkaian

elektriknya juga telah memenuhi aspek

keamanan.

6 Installation and

operation

√ Hasil rancangan dapat dioperasikan dan

dibongkar pasang dengan mudah.

*terpenuhi dengan baik (√), terpenuhi dengan cukup baik (-), kurang/ belum dapat terpenuhi (x) V-2

Dari enam buah kriteria di atas, terdapat empat kriteria yang terpenuhi dengan baik pada prototipe temperature control system. Pemenuhan hasil rancangan terhadap beberapa kriteria lainnya (tabel 4.9) seperti ukuran, biaya, perawatan, kuantitas, transportasi, ergonomi, diasumsikan cukup dan tidak diperlukan analisis lebih lanjut.

5.1.2 Analisis Hasil Rancangan

Temperature control system terdiri dari tiga bagian utama yaitu casing, komponen pemanasan, serta bagian controller. Casing berfungsi sebagai tempat elemen dan pembungkus sistem agar udara panas yang digunakan dapat memanaskan bagian dalam secara efektif dengan mengikuti pola aliran tertentu. Udara buangan keluar melalui exhaust yang dimodifikasi dengan katup lubang pembuangan, sehingga banyaknya udara yang keluar sistem dapat dikendalikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fungsi casing sebagai pembungkus masih kurang optimal. Banyaknya celah pada potongan melintang casing menimbulkan kebocoran pada sistem pemanasan, ini berujung pada keperluan waktu pemanasan yang lebih lama.

Daya elemen pemanas yang digunakan pada prototipe temperature control system sebesar 1600 watt. Pemilihan daya ini disesuaikan biaya dan ketersediaan jenis elemen di pasaran, penggunaannya pun sudah optimal dalam menaikkan temperatur fluida hingga 34

°

C. Pemasangan keempat elemen pada dua lokasi

berbeda berkontribusi besar terhadap distribusi pemanasan sistem yang merata.

Selain elemen pemanas, fins yang terpasang pada pipa aliran juga merupakan bagian dari komponen pemanasan temperature control system.

Sistem kontrol merupakan bagian yang penting pada rancangan temperature control system. Controller merupakan integrasi dari rangkaian sensor, microcontroller, dan relay yang bekerjasama dalam menangkap sinyal perubahan temperatur dan mengolahnya menjadi respon terhadap fungsi operasi elemen pemanas. Tiga buah sensor yang digunakan yaitu sensor safety, sensor

pipa atau sensor kontrol, dan sensor output. Sensor safety merupakan jenis sensor yang terpasang pada bagian dalam temperature control system berfungsi menjaga keamanan komponen pada batasan temperatur di bawah 100

°

C. Sensor pipa V-3

digunakan untuk mengestimasi temperatur output dan mengendalikan hidup atau matinya elemen pemanas dalam range temperatur, oleh sebab itu disebut juga sensor kontrol. Sensor ini terpasang di sisi luar pipa suplai pada lokasi yang paling optimal, sehingga pada saat temperatur output bernilai 34°C sensor pipa senilai

40

°

C dan menghentikan pemanasan sistem pada temperatur pipa di atas 40

°

C.

Sensor output diletakkan sedemikian rupa, sehingga langsung bersentuhan pada setiap fluida yang keluar dari sistem pemanasan. Sensor jenis ini berfungsi membaca temperatur keluaran fluida saja.

Bagian microcontroller merupakan komponen pengendali yang berada di antara sensor dan relay. Selain berisi intergrated circuit dengan program logika dasar yang diinginkan, juga terdapat LCD. LCD menampilkan pembacaan temperatur dari setiap sensor dan tampilan yang menunjukkan sistem pemanas sedang berada dalam posisi hidup atau mati. Relay menyalakan sistem pemanas secara otomatis pada range temperatur output dibawah 34

° C

dan memutus arus

yang masuk ke elemen pemanas pada pembacaan temperatur pipa >40

°

C.

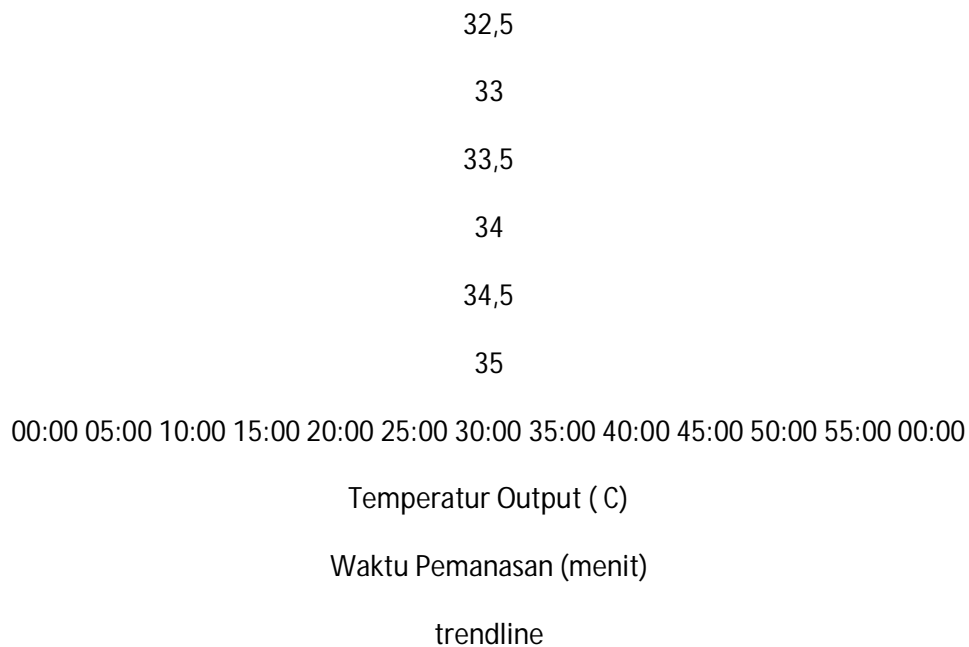
5.1.3 Analisis Hasil Pengujian Rancangan

Pengujian pada prototipe temperature control system dilakukan dengan mensimulasikan cara kerjanya pada sistem produksi kecap filler. Alur, kecepatan aliran fluida, dan panjang pipa galvanis tempat pemasangan temperature control system disetting seperti kondisi PT. Lombok Gandaria. Namun begitu, tangki penampung kecap diwakili oleh ember penampung yang lebih kecil dan diletakkan lebih tinggi dari pipa galvanis, fluida kecap digantikan dengan larutan carboxymethyl cellulose (CMC) dengan karakteristik fluida yang mirip dengan kecap, dan untuk menghasilkan debit tuangan pada mesin filler digunakan stop kran pada ujung aliran. Penggantian beberapa karakteristik fisik komponen sistem ini dilakukan karena keterbatasan ruang pengujian, sumber daya, dan biaya. Adanya beberapa perbedaan layout simulasi dengan kondisi riil sistem tidak merubah konsep produksi dan cara kerja temperature control system, sehingga tidak membawa pengaruh terhadap hasil pengujian.

Pemanasan awal pada temperature control system menjadi salah satu hal yang penting untuk dianalisis. Pemanasan awal ini diperlukan untuk V-4

mempersiapkan alat-alat produksi dalam mencapai steady state. Pada saat itu, temperature control system berada dalam kondisi siap digunakan dan tidak mengalami perubahan kondisi pemanasan terhadap waktu. Kondisi produksi

aktual di PT. Lombok Gandaria sendiri mensyaratkan adanya suatu pemanasan awal pada seluruh fasilitas produksinya selama 10-20 menit, agar dapat mendeteksi ada atau tidaknya kerusakan mesin dan memastikan semua alat produksi berada pada kondisi siap digunakan. Waktu pemanasan awal selama 40 menit yang diperlukan saat pengujian diperoleh dari trial-error pengujian prototipe. Pada waktu pemanasan yang lebih rendah, pengoperasian temperature control system belum dapat digunakan untuk mencapai mencapai kestabilan temperatur output (Priscilla, R., 2010). Oleh karena itu, 40 menit diambil sebagai sebuah nilai pemanasan awal yang optimal untuk mencapai steady state dan mencapai target temperatur yang ditetapkan.



Gambar 5.1 Grafik temperatur hasil pengujian

Hasil pengujian terhadap prototipe temperature control system menunjukkan bahwa pada menit pertama, temperatur target sudah dapat dicapai

(gambar 5.1). Temperatur target optimal ini berada dalam range 33°C - 34°C dan dengan adanya fungsi kerja microcontroller, akan menjaga kondisi tersebut. Pada sampel tingkat kestabilan temperatur selama satu jam, terdapat 20 titik pengukuran yang menunjukkan pembacaan temperatur output di luar range optimal (overshoot) yaitu sebesar $34,5^{\circ}\text{C}$. Overshoot ini terjadi pada menit ke 14:50 dan frekwensi kejadiannya mulai meningkat pada menit ke-25. Adanya overshoot dapat dieliminasi dengan mempersempit range temperatur setting pada sensor kendali atau dengan pengaturan ulang letak sensor kendali. V-5

Trendline menunjukkan terjadinya pergeseran range temperatur yang meningkat dari range 33°C - 34°C menjadi $33,5^{\circ}\text{C}$ - $34,5^{\circ}\text{C}$ di menit ke-44. Hal ini dapat disebabkan karena perubahan karakteristik fluida viscous. Fluida viscous yang dipompa dan digunakan secara berulang mempengaruhi tingkat kekentalan dan kemampuannya dalam menyerap kalor sehingga berpengaruh terhadap pembacaan temperatur output yang semakin meningkat. Peningkatan respon temperature control system dengan melengkapi fungsi kerja fan sebagai pendingin dapat membantu mencegah pergeseran range dan mengeliminasi overshoot. Responsif disini mengandung arti bahwa temperature control system memiliki kepekaan yang tinggi baik dalam memanaskan dan mendinginkan sistem pada batasan temperatur yang telah ditentukan.

Tujuan dan fungsi rancangan telah terpenuhi, namun energi yang dikonsumsi selama pengoperasian temperature control system juga diperhatikan.

Pada penggunaan keempat elemen pemanas, diperlukan daya sebesar 1.600 joule/detik selama pengoperasian rancangan. Adanya pemanasan awal yang cukup lama menyebabkan adanya energi yang terbuang sebesar 1.600 joule/detik X

2.400 detik = 3840 kJ. Nilai yang ini menunjukkan bagaimana konsumsi energi yang tercapai belum cukup optimal karena waktu pemanasan awal yang cukup lama, walaupun temperatur target dicapai. Hal ini diperbaiki dengan penggunaan elemen pemanas dengan daya dan kualitas yang lebih tinggi.

5.1.4 Pengembangan Hasil Rancangan

Setelah mengalami pengujian performansi, masih terdapat beberapa kendala untuk mengimplementasikan prototipe tersebut secara nyata ke dalam lingkungan produksi PT. Lombok Gandaria. Diperlukan pengembangan-pengembangan lanjutan untuk kesempurnaan hasil rancangan temperature control system, yaitu:

A. Memperpanjang Jangka Hidup Produk

Pada umumnya, kendala banyak muncul dari sisi jangka hidup produk.

Pemilihan berbagai material penunjang yang tepat namun juga ekonomis membuat kualitas dan ketahanan produk menjadi kurang maksimal. Contohnya, kualitas fins yang terbuat dari tembaga jauh lebih baik, dibandingkan dengan V-6

aluminium, namun kedua jenis tersebut memiliki kualitas tingkat perpindahan panas yang sebanding dengan harganya.

Adanya beberapa keterbatasan penggunaan material pada temperature control system dapat sedikit teratasi dengan kesederhanaan konsep rancangan itu sendiri. Konsep rancangan yang mengadopsi cara kerja heat exchanger ini memungkinkan dilakukannya berbagai pengembangan dan perbaikan intern pada rancangan. Karena tidak semua komponen temperature control system terintegasi antara satu dengan yang lainnya, maka sangatlah mudah untuk melakukan

upgrade kualitas masing-masing komponen secara terpisah tanpa harus mengganti keseluruhan hasil rancangan. Hal tersebut memungkinkan dilakukannya pengembangan konsep rancangan ke berbagai jenis industri serupa dengan masing-masing karakteristik aliran fluida viscous.

B. Pemisahan Rangkaian Elektrik

Ditinjau segi elektrik, elemen pemanas pada prototipe temperature control system masih memerlukan pemisahan rangkaian elemen dan fan yang digunakan.

Pemisahan rangkaian ini pada akhirnya mempermudah pengguna dalam mengendalikan dan mengaplikasikan optimal setting yang didapatkan pada eksperimen lanjutan. Aspek keamanan diperlukan tambahan rancangan pengunci dari bahan isolator di sisi depan, sehingga temperature control system dapat tertutup rapat (tidak ada kebocoran) dan operator dapat membuka dan menutup alat dengan mudah.

5.2 INTERPRETASI HASIL PENELITIAN

Rancangan temperature control system dibuat untuk meningkatkan temperatur fluida viscous hingga mencapai temperatur 34

°

C. Pada tingkat

temperatur optimal ini diharapkan aliran fluida lancar dengan tidak menimbulkan perubahan karakteristik pada fluida. Ketiga bagian pengendali, baik sensor, microcontroller, dan relay bekerjasama dalam menjaga kestabilan temperatur fluida pada titik optimal tersebut.

Hasil pengolahan data menunjukkan, pemanasan awal memerlukan waktu

40 menit. Temperature control system dapat meningkatkan temperatur fluida dari V-7

temperatur awal menjadi 34

°

C dalam waktu 10 detik. Pada menit kedua hingga

menit 60, temperatur tersebut akan terjaga pada kestabilan temperatur 33

° C

-34

° C

dengan pola aliran yang lancar. Perbaikan dan pengembangan lanjutan pada hasil desain diprediksi dapat mempercepat pencapaian temperatur target, menambah nilai estetika, dan mempermudah pengoperasian temperature control system oleh operator. V-1

BAB V

ANALISIS DAN INTERPRETASI HASIL

Pada bab ini, dilakukan interpretasi dan analisis terhadap hasil olahan data pada bab sebelumnya. Interpretasi merujuk pada proses penafsiran terhadap hasil penelitian, sedangkan analisis yang dilakukan untuk mengetahui perihal penyebab timbulnya suatu hasil tertentu.

5.1 ANALISIS HASIL PENELITIAN

Pada sub bab ini diuraikan mengenai analisis hasil rancangan terhadap

pemenuhan kriterianya, analisis hasil rancangan, dan analisis hasil pengujiannya. Pada bagian akhir juga diberikan analisis pengembangan rancangan, agar dapat memberikan gambaran terhadap inovasi lanjutan yang dapat dilakukan.

5.1.1 Analisis Pemenuhan Kriteria

Pada awal perencanaan, pembuatan rancangan dan prorotipe temperature control system memperhatikan kriteria perancangan produk. Analisis terhadap enam kriteria unggul pada hasil rancangan dapat dijelaskan oleh tabel 5.1.

Tabel 5.1 Pemenuhan kriteria hasil rancangan

No	Faktor Kriteria	Pemenuhan	Kriteria	Keterangan
1	Performance	√	Hasil rancangan dapat meningkatkan temperatur fluida dengan pemanasan merata, walaupun diperlukan pemanasan awal yang cukup lama.	
2	Environment	√	Penggunaan temperature control system tidak mempengaruhi kondisi lingkungan.	
3	Manufacturing facilities	√	Rancangan temperature control system dibuat spesifik untuk sistem internal flow fluida viscous di PT. Lombok Gandaria.	
4	Quality and reliability	X	Penelitian dan pembuatan prototipe temperature control system digunakan untuk	

menguji konsep rancangan dan memang
belum menjangkau aspek ini.

5 Safety ✓ Terdapat sensor keamanan otomatis pada
bagian dalam rancangan agar temperatur tidak
overheat. Disamping itu rangkaian-rangkaian
elektriknya juga telah memenuhi aspek
keamanan.

6 Installation and
operation

✓ Hasil rancangan dapat dioperasikan dan
dibongkar pasang dengan mudah.

*terpenuhi dengan baik (v), terpenuhi dengan cukup baik (-), kurang/ belum dapat terpenuhi (x) V-2

Dari enam buah kriteria di atas, terdapat empat kriteria yang terpenuhi
dengan baik pada prototipe temperature control system. Pemenuhan hasil
rancangan terhadap beberapa kriteria lainnya (tabel 4.9) seperti ukuran, biaya,
perawatan, kuantitas, transportasi, ergonomi, diasumsikan cukup dan tidak
diperlukan analisis lebih lanjut.

5.1.2 Analisis Hasil Rancangan

Temperature control system terdiri dari tiga bagian utama yaitu casing,
komponen pemanasan, serta bagian controller. Casing berfungsi sebagai tempat
elemen dan pembungkus sistem agar udara panas yang digunakan dapat
memanaskan bagian dalam secara efektif dengan mengikuti pola aliran tertentu.
Udara buangan keluar melalui exhaust yang dimodifikasi dengan katup lubang

pembuangan, sehingga banyaknya udara yang keluar sistem dapat dikendalikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fungsi casing sebagai pembungkus masih kurang optimal. Banyaknya celah pada potongan melintang casing menimbulkan kebocoran pada sistem pemanasan, ini berujung pada keperluan waktu pemanasan yang lebih lama.

Daya elemen pemanas yang digunakan pada prototipe temperature control system sebesar 1600 watt. Pemilihan daya ini disesuaikan biaya dan ketersediaan jenis elemen di pasaran, penggunaannya pun sudah optimal dalam menaikkan temperatur fluida hingga 34

°

C. Pemasangan keempat elemen pada dua lokasi

berbeda berkontribusi besar terhadap distribusi pemanasan sistem yang merata.

Selain elemen pemanas, fins yang terpasang pada pipa aliran juga merupakan bagian dari komponen pemanasan temperature control system.

Sistem kontrol merupakan bagian yang penting pada rancangan temperature control system. Controller merupakan integrasi dari rangkaian sensor, microcontroller, dan relay yang bekerjasama dalam menangkap sinyal perubahan temperatur dan mengolahnya menjadi respon terhadap fungsi operasi elemen pemanas. Tiga buah sensor yang digunakan yaitu sensor safety, sensor pipa atau sensor kontrol, dan sensor output. Sensor safety merupakan jenis sensor yang terpasang pada bagian dalam temperature control system berfungsi menjaga keamanan komponen pada batasan temperatur di bawah 100

°

C. Sensor pipa V-3

digunakan untuk mengestimasi temperatur output dan mengendalikan hidup atau matinya elemen pemanas dalam range temperatur, oleh sebab itu disebut juga sensor kontrol. Sensor ini terpasang di sisi luar pipa suplai pada lokasi yang paling optimal, sehingga pada saat temperatur output bernilai 34°C sensor pipa senilai

40

°

C dan menghentikan pemanasan sistem pada temperatur pipa di atas 40

°

C.

Sensor output diletakkan sedemikian rupa, sehingga langsung bersentuhan pada setiap fluida yang keluar dari sistem pemanasan. Sensor jenis ini berfungsi membaca temperatur keluaran fluida saja.

Bagian microcontroller merupakan komponen pengendali yang berada di antara sensor dan relay. Selain berisi integrated circuit dengan program logika dasar yang diinginkan, juga terdapat LCD. LCD menampilkan pembacaan temperatur dari setiap sensor dan tampilan yang menunjukkan sistem pemanas sedang berada dalam posisi hidup atau mati. Relay menyalakan sistem pemanas secara otomatis pada range temperatur output dibawah 34

° C

dan memutus arus

yang masuk ke elemen pemanas pada pembacaan temperatur pipa >40

°

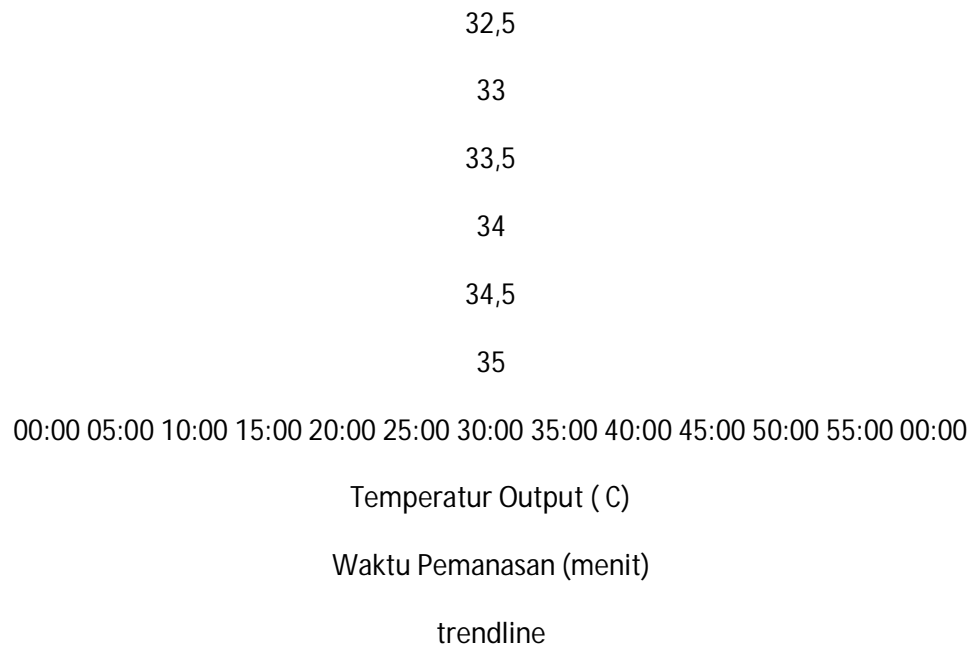
C.

5.1.3 Analisis Hasil Pengujian Rancangan

Pengujian pada prototipe temperature control system dilakukan dengan mensimulasikan cara kerjanya pada sistem produksi kecap filler. Alur, kecepatan aliran fluida, dan panjang pipa galvanis tempat pemasangan temperature control system disetting seperti kondisi PT. Lombok Gandaria. Namun begitu, tangki penampung kecap diwakili oleh ember penampung yang lebih kecil dan diletakkan lebih tinggi dari pipa galvanis, fluida kecap digantikan dengan larutan carboxymethyl cellulose (CMC) dengan karakteristik fluida yang mirip dengan kecap, dan untuk menghasilkan debit tuangan pada mesin filler digunakan stop kran pada ujung aliran. Penggantian beberapa karakteristik fisik komponen sistem ini dilakukan karena keterbatasan ruang pengujian, sumber daya, dan biaya. Adanya beberapa perbedaan layout simulasi dengan kondisi riil sistem tidak merubah konsep produksi dan cara kerja temperature control system, sehingga tidak membawa pengaruh terhadap hasil pengujian.

Pemanasan awal pada temperature control system menjadi salah satu hal yang penting untuk dianalisis. Pemanasan awal ini diperlukan untuk V-4 mempersiapkan alat-alat produksi dalam mencapai steady state. Pada saat itu, temperature control system berada dalam kondisi siap digunakan dan tidak mengalami perubahan kondisi pemanasan terhadap waktu. Kondisi produksi aktual di PT. Lombok Gandaria sendiri mensyaratkan adanya suatu pemanasan awal pada seluruh fasilitas produksinya selama 10-20 menit, agar dapat mendeteksi ada atau tidaknya kerusakan mesin dan memastikan semua alat produksi berada pada kondisi siap digunakan. Waktu pemanasan awal selama 40 menit yang diperlukan saat pengujian diperoleh dari trial-error pengujian prototipe. Pada waktu pemanasan yang lebih rendah, pengoperasian temperature

control system belum dapat digunakan untuk mencapai mencapai kestabilan temperatur output (Priscilla, R., 2010). Oleh karena itu, 40 menit diambil sebagai sebuah nilai pemanasan awal yang optimal untuk mencapai steady state dan mencapai target temperatur yang ditetapkan.



Gambar 5.1 Grafik temperatur hasil pengujian

Hasil pengujian terhadap prototipe temperature control system menunjukkan bahwa pada menit pertama, temperatur target sudah dapat dicapai (gambar 5.1). Temperatur target optimal ini berada dalam range 33°C -34°C dan dengan adanya fungsi kerja microcontroller, akan menjaga kondisi tersebut. Pada sampel tingkat kestabilan temperatur selama satu jam, terdapat 20 titik pengukuran yang menunjukkan pembacaan temperatur output di luar range optimal (overshoot) yaitu sebesar 34,5°C. Overshoot ini terjadi pada menit ke 14:50 dan frekwensi kejadiannya mulai meningkat pada menit ke-25. Adanya

overshoot dapat dieliminasi dengan mempersempit range temperatur setting pada sensor kendali atau dengan pengaturan ulang letak sensor kendali. V-5

Trendline menunjukkan terjadinya pergeseran range temperatur yang meningkat dari range 33°C-34°C menjadi 33,5°C -34,5°C di menit ke-44. Hal ini dapat disebabkan karena perubahan karakteristik fluida viscous. Fluida viscous yang dipompa dan digunakan secara berulang mempengaruhi tingkat kekentalan dan kemampuannya dalam menyerap kalor sehingga berpengaruh terhadap pembacaan temperatur output yang semakin meningkat. Peningkatan respon temperature control system dengan melengkapi fungsi kerja fan sebagai pendingin dapat membantu mencegah pergeseran range dan mengeliminasi overshoot. Responsif disini mengandung arti bahwa temperature control system memiliki kepekaan yang tinggi baik dalam memanaskan dan mendinginkan sistem pada batasan temperatur yang telah ditentukan.

Tujuan dan fungsi rancangan telah terpenuhi, namun energi yang dikonsumsi selama pengoperasian temperature control system juga diperhatikan.

Pada penggunaan keempat elemen pemanas, diperlukan daya sebesar 1.600 joule/detik selama pengoperasian rancangan. Adanya pemanasan awal yang cukup lama menyebabkan adanya energi yang terbuang sebesar 1.600 joule/detik X 2.400 detik = 3840 kJ. Nilai yang ini menunjukkan bagaimana konsumsi energi yang tercapai belum cukup optimal karena waktu pemanasan awal yang cukup lama, walaupun temperatur target dicapai. Hal ini diperbaiki dengan penggunaan elemen pemanas dengan daya dan kualitas yang lebih tinggi.

5.1.4 Pengembangan Hasil Rancangan

Setelah mengalami pengujian performansi, masih terdapat beberapa kendala untuk mengimplementasikan prototipe tersebut secara nyata ke dalam lingkungan produksi PT. Lombok Gandaria. Diperlukan pengembangan-pengembangan lanjutan untuk kesempurnaan hasil rancangan temperature control system, yaitu:

A. Memperpanjang Jangka Hidup Produk

Pada umumnya, kendala banyak muncul dari sisi jangka hidup produk.

Pemilihan berbagai material penunjang yang tepat namun juga ekonomis membuat kualitas dan ketahanan produk menjadi kurang maksimal. Contohnya, kualitas fins yang terbuat dari tembaga jauh lebih baik, dibandingkan dengan V-6 aluminium, namun kedua jenis tersebut memiliki kualitas tingkat perpindahan panas yang sebanding dengan harganya.

Adanya beberapa keterbatasan penggunaan material pada temperature control system dapat sedikit teratasi dengan kesederhanaan konsep rancangan itu sendiri. Konsep rancangan yang mengadopsi cara kerja heat exchanger ini memungkinkan dilakukannya berbagai pengembangan dan perbaikan intern pada rancangan. Karena tidak semua komponen temperature control system terintegasi antara satu dengan yang lainnya, maka sangatlah mudah untuk melakukan upgrade kualitas masing-masing komponen secara terpisah tanpa harus mengganti keseluruhan hasil rancangan. Hal tersebut memungkinkan dilakukannya pengembangan konsep rancangan ke berbagai jenis industri serupa dengan masing-masing karakteristik aliran fluida viscous.

B. Pemisahan Rangkaian Elektrik

Ditinjau segi elektrik, elemen pemanas pada prototipe temperature control system masih memerlukan pemisahan rangkaian elemen dan fan yang digunakan.

Pemisahan rangkaian ini pada akhirnya mempermudah pengguna dalam mengendalikan dan mengaplikasikan optimal setting yang didapatkan pada eksperimen lanjutan. Aspek keamanan diperlukan tambahan rancangan pengunci dari bahan isolator di sisi depan, sehingga temperature control system dapat tertutup rapat (tidak ada kebocoran) dan operator dapat membuka dan menutup alat dengan mudah.

5.2 INTERPRETASI HASIL PENELITIAN

Rancangan temperature control system dibuat untuk meningkatkan temperatur fluida viscous hingga mencapai temperatur 34

°

C. Pada tingkat

temperatur optimal ini diharapkan aliran fluida lancar dengan tidak menimbulkan perubahan karakteristik pada fluida. Ketiga bagian pengendali, baik sensor, microcontroller, dan relay bekerjasama dalam menjaga kestabilan temperatur fluida pada titik optimal tersebut.

Hasil pengolahan data menunjukkan, pemanasan awal memerlukan waktu 40 menit. Temperature control system dapat meningkatkan temperatur fluida dari V-7

temperatur awal menjadi 34

°

C dalam waktu 10 detik. Pada menit kedua hingga menit 60, temperatur tersebut akan terjaga pada kestabilan temperatur 33

° C

-34

° C

dengan pola aliran yang lancar. Perbaikan dan pengembangan lanjutan pada hasil desain diprediksi dapat mempercepat pencapaian temperatur target, menambah nilai estetika, dan mempermudah pengoperasian temperature control system oleh operator. DAFTAR PUSTAKA

Awwaluddin, Muhammad. 2007. Analisis Perpindahan Kalor pada Heat Exchanger Pipa Ganda dengan Sirip Berbentuk Delta Wing. Skripsi. Semarang: Jurusan Teknik Mesin, Universitas Negeri Semarang.

Brady E.J., 1999. Kimia Universitas Asas dan Struktur. Jakarta: Binarupa Aksara.

Budianto, Anwar. 2008. Metode Penentuan Koefisien Kekentalan Zat Cair dengan Menggunakan Regresi Linear Hukum Stokes. Proceeding Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir. Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir, Batan.

Budiono, Christ. 2009. Laporan Tugas Sensorik Sensor Suhu. Akademi Teknik Mesin Industri (ATMI), Surakarta.

Farhan. 2009. Perbandingan Pemakaian Heater dan Pipa Insulator di Pipa Transportasi Minyak Berat sebagai Pengaruh Penurunan Temperatur Permukaan. Undergraduate theses. Bandung: Petroleom Engineering Institut Teknologi Bandung.

Giles, R.V. 1984. Mekanika Fluida dan Hidraulika Terjemahan: Herman W.S. Penerbit Erlangga, Jakarta.

- Heryanto, M. Ary dan Wisnu Adi P. 2008. Pemrograman Bahasa C untuk Mikrokontroller AT MEGA 8535. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Ibrahim, Dogan. 2002. Microcontroller Based Temperature Monitoring and Control. Elsevier Science & Technology Books.
- Incropera, F.P., David P.D., 1996. Introduction to Heat Transfer Third Edition. John Wiley&Sons, Inc., USA.
- Mital, Anil, 2008. Product Development: A structured Approach to Consumer Product Development, Design, and Manufacture.
- Mubarok, Akhmad. 2009. Ringkasan Paper: Research Model In Information Systems.j Hal. 2.
- National Semiconductor Corporation Americas. 2000. LM 35 Precision Centigrade Temperature Sensors.
- Olson, R.M. and Steven J. Wright. 1993. Dasar-dasar Mekanika Fluida Teknik Terjemahan: Alex Widodo. Penerbit Gramedia, Jakarta.
- Permatasari, Prita. 2009. Implementasi Toyota Business Practices dalam Menghambat Faktor Penghambat Produktivitas Sistem Produksi Kecap Filler PT. Lombok Gandaria. Kerja Praktek. Surakarta: Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Pitts, D.R. and Leighton E. Sissom. 1998. Theory and Problems of Heat Transfer. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Priscilla, Rena. 2010. Penentuan Setting Level Optimal Parameter Temperature Control System (Studi Kasus PT. Lombok Gandaria). Skripsi. Surakarta: Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Priyandoyo H., Agus Amperianto, dan Dofa Andrico. 2007. Upaya Peningkatan Produksi Minyak di Sumur Produksi Paraffinik Unit Bisnis EP Lirik – Riau Menggunakan Inovasi Solvents dan Surfactants. Proceeding

- Simposium Nasional IATMI 2007. UPN Veteran, Yogyakarta.
- Satyaloka, Daniel dan Irwan A.D. 2008. Pemodelan dan Simulasi Numerik Kebakaran dalam Terowongan. Proceeding Seminar Nasional ke-14. Bandung: Universitas Padjajaran, Bandung.
- Sunyoto, Karnowo, dan S.M. Bondan Respati. 2008. Teknik Mesin Industri. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- Sutrisno. 2005. Pengaruh Perubahan Penampang Terhadap Kehilangan Energi pada Pipa Polivinil Chlorida (PVC). Skripsi. Semarang: Jurusan Teknik Sipil, Universitas Negeri Semarang.
- Tipler, Paul A. 1998. Physic for Scientist and Engineers, Third Edition Terjemahan: Lea Prasetio dan Rahmad W. Adi. Penerbit Erlangga Jakarta.
- Trisasiwi. 2009. Penentuan Konduktivitas Termal Sayuran dengan Prediksi Berdasarkan Fraksi Kandungan Gizi dan Pengukuran Menggunakan Heat Conduction Apparattus. Makalah Bidang Teknik Produk Pertanian: Proceeding Seminar Nasional Perteta Mataram.
- Wang, Xingxuan, Qianchuan Zhao, and Da-Zhong Zheng. 2004. Atmospheric Furnace Multiple-Pass Outlet Temperature Uniformity Control Using Improved Difference Control Technique. Beijing: Department of Automation, Tsinghua University.
- Wignjosoebroto S., 1995. Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu. PT. Guna Widya, Jakarta.
- Wilson, Jon. 2005. Sensor Technology Handbook. Elsevier Inc. Publisher, New

York